

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ РОТОРНО-ВИХРЕВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.Г. Подковыркин<sup>1</sup>, Н.Г. Коршунова<sup>1</sup>, А.В. Баков<sup>1</sup>,  
В.Л. Советкин<sup>2</sup>, В.И. Матюхин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической  
теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ») (г. Екатеринбург, Россия),  
<sup>2</sup>ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
(г. Екатеринбург, Россия)

*Изложен принцип, приведены показатели работы роторно-вихревых агрегатов сушки дисперсных материалов и переработки железосодержащих техногенных отходов. Рассмотрена технологическая схема установки для сушки кварцевого песка. Приведены результаты сравнительного анализа работы роторно-вихревого реактора и вращающейся печи для сушки коксовой мелочи.*

**Ключевые слова:** сушка, обжиг, промышленные отходы, роторно-вихревой агрегат.

*The principle is stated, indicators of operation of rotor – vortex units for drying of disperse materials and processing of ferriferous technogenic waste are given. The technological scheme of installation for drying of quartz sand is described. Results of the comparative settlement analysis of operation of the rotor – vortex unit and a rotary kiln for drying of small coke are given.*

**Keywords:** drying, firing, industrial waste, rotor-vortex unit.

Одной из важнейших тенденций стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2020 года является ресурсосбережение и снижение негативного экологического воздействия на фоне повышения стоимости энергоресурсов и требований к охране окружающей среды.

Возрастающее накопление техногенных отходов, удорожание энергоресурсов и шихтовых материалов, ужесточение природоохранных нормативов приводят к необходимости поиска экономичных и эффективных технологий и оборудования для получения железосодержащего металлургического сырья из этих отходов. Наличие избыточной влаги и нефтепродуктов затрудняет использование маслосодержащих отходов в качестве шихты в металлургическом переделе. Проблема их использования в качестве железосодержащих материалов может быть успешно решена на основе достижений металлургической теплотехники.

В институте ОАО «ВНИИМТ» разработана и реализована в промышленном масштабе в соответствии с заданием заказчиков роторно-вихревая установка. Роторно-вихревой агрегат (реактор) это неподвижная циклонная печь со встроенным механизмом перемещения материала – ротором. Перемещение материала вдоль поверхности реактора осуществляется вращающимся роторным механизмом, имеющим перегребные полки, а поступательное движение слоя определяется углом наклона корпуса реактора.

Ввод теплоносителя в реактор производится тангенциально через сопло. Материал через загрузочную точку подается в реактор и движется по спирали навстречу потоку газов в осевом направлении. Тангенциальный ввод скоростного потока теплоносителя и развитая тепловоспринимающая поверхность материала обеспечивают высокую интенсивность нагрева материала. Изменяя скорость вращения ротора, можно оперативно управлять временем пребывания материала в зоне сушки, влияя на технологию сушки, что неосуществимо в стандартных сушильных барабанах и иных сушильных устройствах. Подробное описание роторно-вихревого агрегата приведено в работе [1].

Установки успешно применяют для обработки дисперсных материалов: сушки, прокатки, обжига, охлаждения. Они обеспечивают интенсивную тепловую обработку, компактны, герметичны. Неподвижный корпус позволяет разбивать агрегат на зоны с различным тепловым напряжением.

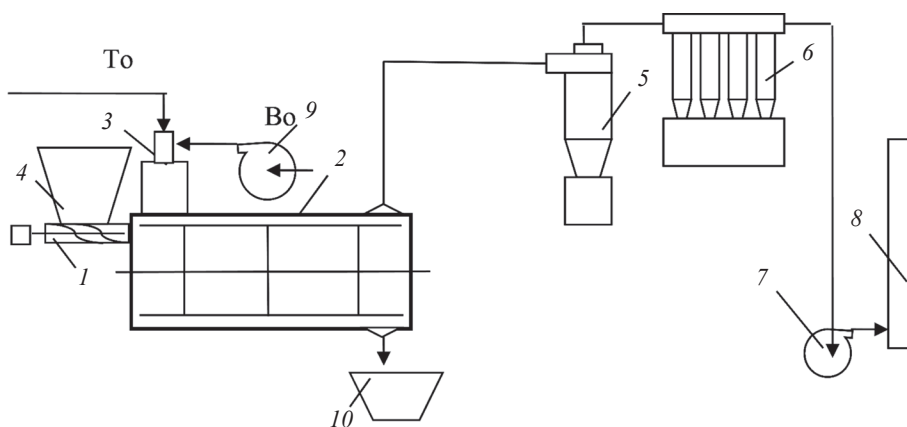
С использованием роторно-вихревых реакторов разработана технология переработки железосодержащих техногенных отходов.

Предлагаемая технология основывается на обработке замасленных материалов высокоскоростным потоком продуктов полного сжигания топлива в установке вихревого (циклонного типа). При этом удаление масла и воды производится путем их возгонки при нагреве материалов до температуры 400–450 °С без доступа кислорода. Поток теплоносителя, необходимый для тепловой обработки, образуется в результате факельного сжигания топлива при минимуме избытка воздуха в топке циклонной печи. В результате в отходящих газах отсутствует свободный кислород или его концентрация минимальна, что предотвращает воспламенение паров масла в рабочем пространстве реактора. С использованием роторно-вихревой установки по этой же тепловой схеме с 2008 г. эксплуатируются установки для переработки замасленной чугунной стружки на ООО «Спецсплав-М» (г. Лысьва) и маслосодержащей прокатной окалины на ОАО «СинТЗ» (г. Каменск-Уральский). Дежурное топливо – природный газ. Прокатка материала происходит практически за счет тепла от сжигания пиролизных газов, получаемых при нагреве маслосодержащих отходов. Полученные железосодержащие материалы применяются в качестве сырья для шихты, используемой в доменном и сталеплавильном переделах. Подробное описание этой технологии и результаты эксплуатации этих установок приведены в работе [2].

Установки роторно-вихревого типа применялись для сушки вязкого материала влажностью 80 %, для нагрева железорудного концентрата до 920 °С. Удельная производительность агрегата примерно в 10 и больше раз превышала показатели вращающихся печей.

С 2011 г. эксплуатируется установка для сушки кварцевого песка производительностью 12 т/ч на ООО «Горное предприятие Скала» п. Малышева, Свердловской области. Технологическая схема приведена на рисунке.

Исходный влажный материал из бункера шнековым питателем 3 из бункера 4 непрерывно подается в загрузочный патрубок корпуса реактора 1, куда одновременно поступает горячий теплоноситель из топки 2. Двигаясь вместе с потоком газов, материал сушится и выгружается в разгрузочный бункер 10. Система дымоудаления включает две ступени пылеочистки газов – циклон 5 и батарейный циклон 6, дымососную установку 7 и дымовую трубу 8.



Технологическая схема установки для сушки кварцевого песка.  
Усл. обозначения в тексте

Сушка материала производится по схеме прямотока. Топка работает на природном газе подача воздуха на горение осуществляется центробежным вентилятором 9.

Специальным патрубком теплоноситель с высокой скоростью тангенциально вводится в сушильный агрегат. Влажный холодный материал подается непосредственно под струю теплоносителя с температурой  $1000 \div 1100^\circ\text{C}$ , — значительный температурный перепад и высокая скорость омыwania газами мелкодисперсного материала способствуют интенсивному теплообмену и, как следствие, ускоренной сушке. Время сушки материала в реакторе составляет 5–7 мин. Кроме организации управляемого движения материала конструкция ротора позволяет дробить поток высоковлажного материала, что дополнительно улучшает условия теплообмена, а также препятствует налипанию материала на стенках барабана, облегчая условия эксплуатации агрегата.

Показатели работы установок с использованием роторно-вихревых агрегатов приведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены результаты сравнительного расчетного анализа установок для сушки коксовой мелочи. Применение для сушки роторно-вихревого реактора обеспечит при сжигании топлива низкое содержание избыточного кислорода и высокую концентрацию водяных паров, что обуславливает безопасность процесса сушки коксовой мелочи. Сушильный агрегат роторно-вихревого типа имеет низкую металлоемкость и более низкие расходы энергоресурсов по сравнению с вращающейся печью.

Использование агрегатов роторно-вихревого типа при сушке дисперсных материалов и переработке железосодержащих техногенных отходов позволяет значительно уменьшить габариты установок и обеспечивает эффективное использование тепла от сжигания топлива.

Применение роторно-вихревых агрегатов на металлургических предприятиях страны обеспечит эффективную тепловую обработку дисперсных шихтовых материалов.

Таблица 1

**Показатели работы роторно-вихревых агрегатов**

Параметр	Предприятие		
	ОАО «СинТЗ»	ООО «Горное предприятие Скала»	ООО «Спецсплав-М»
Исходный материал	Прокатная окалина	Кварцевый песок	Чугунная стружка
Размер частиц, мм	0,07-0,00	0,5–0,0	2,5–0,0
Начальное содержание, % воды масла	12-15 5-7	7 –	0,5 2,5
Остаточное содержание, % воды масла	0 0,5	1 –	0 0,4
Габариты, мм длина диаметр (в свету)	3300 850	5500 1400	3000 900
Производительность (по исходному), т/сут	22	280	45,6
Удельная производительность, т/м <sup>3</sup> ·ч	0,51	1,42	1,1

Накопленный институтом опыт позволяет проектировать и строить подобные установки более высокой производительности, оснащать эти установки системами утилизации тепла.

Таблица 2

**Параметры работы роторно-вихревого реактора и вращающейся печи для сушки коксовой мелочи**

Показатель	Ед. изм.	Агрегат	
		Роторно-вихревой реактор	Вращающаяся печь
Производительность по сухому коксу	т/ч	5	5
Влажность кокса исходная	%	20	20
Расход природного газа	м <sup>3</sup> /ч	140	195
Расход электроэнергии	кВт	38,0	91,5
Габариты (реактора, барабана) диаметр длина	м	1,4 4,5	2,2 12
Масса (реактора, барабана, без футеровки)	т	6,5	33,8
Удельная производительность	т/м <sup>3</sup> ·ч	0,72	0,11

**Список использованных источников**

1. Агрегат для тепловой обработки дисперсных материалов и его промышленная реализация / Подковыркин Е.Г., Жуков Ю.С., Коришнова Н.Г., Баков А.В., Советкин В.Л. // *Сталь*, 2010. № 3. С. 27–29.
2. Опыт эксплуатации промышленных установок огневого обезвреживания железосодержащих техногенных материалов / Подковыркин Е.Г., Жуков Ю.С., Коришнова Н.Г., Витков О.А. // *Сталь*, 2010. № 3. С. 115–117.